

Sinergisme Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Dengan Insektisida Kimia untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua* (Synergism Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* and Chemical Insecticide to Increase the Mortality of Armyworm, *Spodoptera exigua*)

Ahsol Hasyim, Wiwin Setiawati, Abdi Hudayya dan Luthfy

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391

E-mail : ahsolhasyim@yahoo.co.id

Diterima: 25 September 2015; direvisi: 11 Mei 2016; disetujui: 7 Juni 2016

ABSTRAK. Hama ulat bawang *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan salah satu hama penting pada tanaman bawang di Indonesia. Jamur entomopatogen terutama *Metarhizium anisopliae* telah banyak digunakan untuk mengendalikan hama serangga. Keefektifitasan jamur entomopatogen *M. anisopliae* bila diaplikasikan secara tunggal untuk pengendalian hama hasilnya belum memuaskan. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan keefektifan jamur entomopatogen tersebut dengan melakukan pencampuran dengan insektisida kimia. Tujuan penelitian untuk mengetahui sinergisme campuran jamur entomopatogen *M. anisopliae* dengan insektisida kimia terhadap mortalitas larva *S. exigua* instar ke-3 di laboratorium. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang (± 1.250 m dpl.), mulai bulan Juni sampai Oktober 2014. Larva *S. exigua* dikumpulkan dari pertanaman petani bawang merah di daerah Cirebon, Jawa Barat dan diperbanyak di Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap kegiatan, yaitu (1) uji pendahuluan dosis jamur *M. anisopliae* dan dosis insektisida kimia terhadap mortalitas larva *S. exigua* dan (2) uji campuran jamur *M. anisopliae* dengan dosis *sublethal* insektisida kimia. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap yang terdiri atas enam perlakuan dan empat ulangan. Penelitian menggunakan metode pencelupan. Mortalitas larva *S. exigua* diamati mulai 24 jam sampai dengan 168 jam setelah perlakuan. Data mortalitas larva diolah menggunakan analisis probit untuk menetapkan nilai LC_{50} . Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai LC_{50} insektisida kimia yang terendah diperoleh dari insektisida abamektin, yaitu 482,34 ppm dan yang tertinggi diperoleh dari jamur *M. anisopliae*, yaitu 1.189,83 ppm. Nilai LC_{50} campuran insektisida, campuran jamur *M. anisopliae* dengan insektisida abamektin menunjukkan efek sinergistik dan meningkatkan efikasi 24,45 kali lipat jika dibandingkan dengan jamur *M. anisopliae* secara tunggal. Kombinasi jamur entomopatogen dengan insektisida konsentrasi *sublethal* dapat meningkatkan kemampuan jamur entomopatogen dalam mengendalikan *S. exigua* sehingga dapat memperlambat terjadinya resistensi insektisida.

Kata kunci: Sinergisme; Insektisida kimia; Jamur *Metarhizium anisopliae*; Mortalitas larva; *Spodoptera exigua*

ABSTRACT. The beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) is a serious pest of shallot in Indonesia. Many entomopathogenic fungi especially *Metarhizium anisopliae* are used as biological control agents of insects pests. But, the control of pest in crops with entomopathogens fungi, *M. anisopliae* alone is still not effective. Therefore it is necessary to improve the effectiveness of the entomopathogenic fungus by mixing with chemical insecticides. The aim of the study was to determine the synergism of entomopathogenic fungi with insecticides to control third instar of *S. exigua* larvae under laboratory condition. The experiment was conducted at Indonesian Vegetables Research Institute Lembang ($\pm 1,250$ m asl.), from June to October 2014. Sample of *S. exigua* larvae were collected from farmers' field in Cirebon, West Java and mass production was carried in a greenhouse. Two bioassay steps were performed i.e. (1) preliminary test of entomopathogenic doses and insecticide doses and (2) the combination of sublethal doses of insecticide and several doses of *M. anisopliae*. The experimental design used was completely randomized design consisted of six treatments and four replications. Dipping method was used in this research. Mortality of *S. exigua* larvae was observed at 24 hours after exposures and repeated every 24 hours up to 168 hours of exposures. The mortality data was analyzed using probit analysis to determine the LC_{50} values. The analysis showed that the LC_{50} value of the lowest chemical insecticides derived from insecticides abamectin that is 482,34 ppm and the highest obtained from the fungus *M. anisopliae* that is 1,189,83 ppm. Based on LC_{50} value of insecticides mixtures, the addition of abamectin insecticide to the entomopathogenic fungi, *M. anisopliae*, indicated synergism and increased their efficacy by 24,45 times higher, compared to *M. anisopliae* alone. Entomopathogenic fungi, *M. anisopliae* in combination with sublethal concentration of insecticides could increase the fungal ability in controlling *S. exigua* and also could be useful to abate insecticide resistance.

Keywords: Synergism; Chemical insecticide; *Metarhizium anisopliae* fungi; Larvae mortality; *Spodoptera exigua*

Hama *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) menyerang tanaman bawang mulai dari fase vegetatif sampai saat panen dan pada serangan berat dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 100% bila tidak dikendalikan (Supyani *et al.* 2014).

Pengendalian hama ulat bawang, *S. exigua* yang dilakukan petani hingga saat ini hanya mengandalkan kemampuan insektisida kimia. Lebih dari 90% petani, dalam aplikasi insektisida kimia di lapangan menggunakan dosis dan volume semprot yang tidak

sesuai dengan anjuran. Selain itu untuk mengendalikan hama tersebut petani juga menggunakan campuran 2–5 jenis insektisida yang berbeda dengan interval penyemprotan yang relatif singkat, yaitu 2–3 kali seminggu (Moekasan & Basuki 2007, Setiawati *et al.* 2014). Meskipun petani sudah berusaha meningkatkan dosis, jenis insektisida dan frekuensi aplikasi insektisida, namun populasi ulat bawang di lapangan masih tetap menjadi kendala utama.

Penggunaan jamur entomopatogen saat ini telah diaplikasikan baik di luar negeri maupun di dalam negeri sebagai salah satu alternatif pengendalian hama ramah lingkungan guna mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida kimia (Busofi *et al.* 1989, Meyling & Eilenberg 2006a, Meyling & Eilenberg 2006b, Shahid *et al.* 2012, Hasyim 2007). Kebanyakan jamur entomopatogen terutama *Metarhizium anisopliae* telah banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama (Moorhouse *et al.* 1992, 1993a, Booth & Shanks 1998, Bruck 2005, Bruck & Donahue 2007, Freed *et al.* 2012). Jamur entomopatogen, *M. anisopliae* dapat diisolasi dari tanah dan serangga yang terinfeksi serta dapat persisten di dalam tanah terutama jika propagulnya kontak dengan inang yang rentan. Di dalam tanah jamur ini bersifat sebagai saprofit (Ferron 1978, Keller *et al.* 2003, Meyling & Eilenberg 2007, Tkaczuk *et al.* 2014, Hasyim & Azawana 2003).

Jamur *M. anisopliae* dapat melakukan penetrasi ke dalam tubuh inang dengan adanya tekanan mekanik dan bantuan toksin yang dikeluarkan oleh jamur. Serangga dapat terinfeksi konidia melalui kutikula, atau melalui celah di antara segmen-segmen tubuhnya, kemudian jamur berkecambah dengan membentuk tabung kecambah sehingga jamur dapat masuk ke tubuh inang dan menyebar ke jaringan *haemocoel*. (Feng *et al.* 2004). Selanjutnya jamur menginfeksi saluran makanan dan sistem pernafasan. Akibatnya serangga mati. Konidia jamur yang infeksiif segera terbentuk pada bagian luar tubuh inang dan siap untuk disebarkan oleh angin, air dan bahkan serangga (Tkaczuk *et al.* 2014, Shaw *et al.* 2002, Shahid *et al.* 2012)

Gejala awal serangga yang terserang jamur ialah tidak mau makan, tubuh menjadi lemah dan kurang orientasi, lama kelamaan diam, dan mati. Serangga berubah warna dan pada kutikula terlihat bercak hitam sebagai bekas penetrasi jamur. Jika keadaan lingkungan mendukung akan muncul miselia putih pada permukaan tubuhnya. Larva yang terserang biasanya mengeluarkan cairan kemerahan dari mulutnya secara terus menerus. Setelah mati, mula-mula tubuhnya lunak dan dalam waktu 5 jam menjadi

kaku (mummi). Sehari kemudian tubuhnya ditutupi miselia (Nankinga & Latigo 1996). Miselia ini akan berkembang pada tubuh serangga baik yang tertimbun tanah maupun tidak, sehingga jamur ini dapat diisolasi dari tanah. Jamur entomopatogen dapat bertahan dalam tanah dalam bentuk *resting spore* selama beberapa tahun dan dalam bentuk miselia atau konidia untuk beberapa bulan

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi jamur *M. anisopliae* secara tunggal di lapangan tidak memberikan hasil yang memuaskan dibandingkan dengan insektisida sintetik (Ferron 1978, Villani *et al.* 1992; Anderson & Roberts 1983, Loria *et al.* 1983). Salah satu cara untuk meningkatkan efikasi *M. anisopliae* dalam pengendalian hama adalah mengombinasikan jamur entomopatogen, *M. anisopliae* dengan dosis *sublethal* insektisida kimia dengan harapan terjadi efek sinergisme (Anderson & Roberts 1983, Salama *et al.* 1984, Sanyang & Van Emden 1996, Hiromori & Nishigaki 1998). Dalam pengendalian hama terpadu penggunaan jamur entomopatogen dapat digunakan secara integrasi. Berbagai penelitian membuktikan bahwa pengendalian hama akan memberikan hasil yang lebih baik bila menggunakan integrasi antara insektisida kimia selektif dengan jamur entomopatogen (Quintela & McCoy 1998, Serebrove *et al.* 2005, Purwar & Sachin 2006, Saleem *et al.* 2012 Moorhouse *et al.* 1992, Pachamuthu *et al.* 1999). Selanjutnya Feng *et al.* (2004) mengatakan bahwa kombinasi antara jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* atau *Paecilomyces fumosoroseus* dengan insektisida kimia berbahan aktif *imidakloprid* bersifat sinergisme karena mampu meningkatkan efikasi pengendalian terhadap *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sinergisme campuran jamur entomopatogen *M. anisopliae* dengan insektisida kimia sintetik terhadap mortalitas larva *S. exigua*. Hipotesis campuran jamur entomopatogen dengan insektisida kimia dapat meningkatkan efikasi pengendalian hama ulat bawang, *S. exigua*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Juni - Oktober 2014, di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Bandung (± 1.250 m dpl.) Bahan-bahan yang digunakan adalah jamur *M. anisopliae*, larva *S. exigua* instar ke 3, potongan daun bawang kubis bebas insektisida,

insektisida abamektin (Agrimec 18 EC), akuades, dan perata *agristik*. Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah cawan plastik 7 cm x 7 cm, cawan plastik 15 cm x 15 cm, timbangan analitik, kuas, pipet tetes, pinset, spatula, gelas ukur, *erlenmeyer*, batang pengaduk, kertas saring halus, gunting, *leaf area meter* (LAM), dan kamera digital.

Isolat murni jamur *M. anisopliae* di laboratorium diperbanyak dalam medium beras jagung. Beras jagung dibersihkan dari kotoran dan ampas, kemudian dicuci bersih. Beras jagung yang telah dibersihkan, dimasak atau dikukus hingga lunak, kurang lebih selama 20 menit. Setelah masak, beras jagung tersebut didinginkan, kemudian dimasukkan ke dalam kantung plastik tahan panas sebanyak 100 g. Beras jagung dalam kantung plastik tersebut kemudian disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit. Setelah dibiarkan dingin, kurang lebih selama 24 jam, isolat jamur ditanamkan pada medium beras jagung tersebut, kemudian pertumbuhan jamur dalam medium diamati setiap hari hingga terbentuk spora. Koloni jamur akan tumbuh 2 minggu setelah inokulasi. Pada hari keenam akan tumbuh hifa berwarna putih, selanjutnya pada hari ke-14 mulai tumbuh spora berwarna hijau. Setelah spora berwarna hijau terbentuk, jamur siap digunakan untuk pengujian terhadap larva serangga.

Perbanyak Serangga Uji *S. exigua*

Sampel larva *S. exigua* diperoleh dari areal pertanian bawang merah milik petani di Kabupaten Cirebon, Jawa Barat, kemudian diperbanyak di Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Larva tersebut dipelihara dalam kotak plastik yang diberi tutup kain kasa dan diberi makan daun bawang segar yang sudah dicuci bersih dengan akuades. Makanan larva diganti setelah habis atau sudah tidak segar lagi. Larva dipelihara sampai menjadi pupa. Setelah larva menjadi pupa dipindahkan ke dalam kotak yang beralaskan tisu. Imago yang keluar dari pupa dipelihara secara masal dalam kurungan serangga dengan diberi daun tanaman bawang merah sebagai tempat peletakan telur. Imago diberi pakan madu yang diencerkan dengan air (konsentrasi 10%). Telur yang diletakkan dipindahkan ke kotak lain, dan telur yang sudah menetas dipelihara mulai dari larva instar 1 sampai dengan 3.

Uji Pendahuluan Jamur *M. anisopliae* dan Insektisida Kimia Secara Tunggal

Uji pendahuluan jamur *M. anisopliae* dan insektisida klorpirifos, abamektin, sipermetrin dan metomil secara tunggal dimaksudkan untuk mengetahui nilai LC_{50} masing-masing sebelum dilakukan uji pencampuran. Konsentrasi yang diuji untuk mencari

LC_{50} *M. anisopliae* yaitu 2.500, 2.000, 1.500, 1.000, dan 500 ppm, sedangkan konsentrasi yang digunakan untuk insektisida klorpirifos, abamektin, sipermetrin, dan metomil, yaitu 4.000, 2.000, 1.000, 500, dan 250 ppm.

Uji Campuran *M. anisopliae* dengan Campuran Insektisida Kimia Terpilih

Konsentrasi formulasi masing-masing campuran insektisida yang diuji adalah konsentrasi *sublethal* atau nilai di bawah nilai LC_{50} insektisida secara tunggal yang diperoleh dari pengujian pendahuluan. Dalam penelitian ini hanya digunakan satu jenis insektisida terpilih yang akan dicampur dengan jamur *M. anisopliae*.

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari enam, perlakuan yaitu lima serial konsentrasi setengah batas atas LC_{50} *M. anisopliae* dengan setengah dari LC_{50} insektisida kimia terpilih, serta kontrol masing-masing diulang empat kali.

Penetapan daya racun insektisida (nilai LC_{50}) yang diuji terhadap larva *S. exigua* sesuai dengan metode pencelupan Hamilton & Attia (1977) dengan langkah kerja sebagai

- Dibuat kombinasi campuran jamur *M. anisopliae* dengan insektisida kimia dengan konsentrasi formulasi jamur *M. anisopliae* *sublethal* secara serial (batas atas adalah setengah nilai LC_{50} hasil pengujian pendahuluan).
- Selanjutnya pada konsentrasi formulasi jamur *M. anisopliae* *sublethal* secara serial tersebut ditambahkan insektisida terpilih dengan konsentrasi formulasi subletal yang konstan hasil pengujian pendahuluan.
- Formulasi campuran insektisida yang diuji dilarutkan dalam akuades, kemudian ditambah dengan perata *agristik* (konsentrasi 0,5 ml/l). Kontrol hanya menggunakan larutan air steril dan *agristik*.
- Potongan daun kubis bebas insektisida dengan panjang 5 cm x 5 cm dicelupkan ke dalam larutan campuran insektisida selama 10 detik kemudian ditiriskan dan selanjutnya dibiarkan kering di udara.
- Potongan daun kubis yang telah dikeringanginkan tersebut dimasukkan ke dalam cawan plastik yang telah diberi alas kertas saring halus.
- Ke dalam cawan plastik tersebut dimasukkan 10 ekor larva *S. exigua* instar-3 yang telah dipuaskan terlebih dahulu selama 24 jam.

Pengamatan

Parameter yang diamati dalam percobaan ini terdiri atas:

Mortalitas larva *S. exigua*

Jumlah larva *S. exigua* yang mati dihitung pada 24, 48, 72, 96, 120, 144, dan 168 jam setelah perlakuan. Jika pada kontrol terdapat larva yang mati, data mortalitas tersebut dikoreksi dengan rumus Abbot (Busvine 1971) yaitu

$$P = \frac{Po - Pc}{100 - Pc} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase banyaknya serangga yang mati setelah dikoreksi

Po = Persentase banyaknya serangga yang mati pada perlakuan insektisida

Pc = Persentase banyaknya serangga yang mati pada kontrol

Nisbah Sinergistik (NS)

Nisbah sinergistik (NS) dihitung dengan menggunakan rumus (Hamilton & Attia, 1977):

$$NS = \frac{LC_{50} \text{ insektisida tunggal}}{LC_{50} \text{ insektisida campuran}}$$

Keterangan:

NS>1= Campuran mempunyai efek sinergistik

NS=1= Netral (tidak mempunyai efek sinergistik)

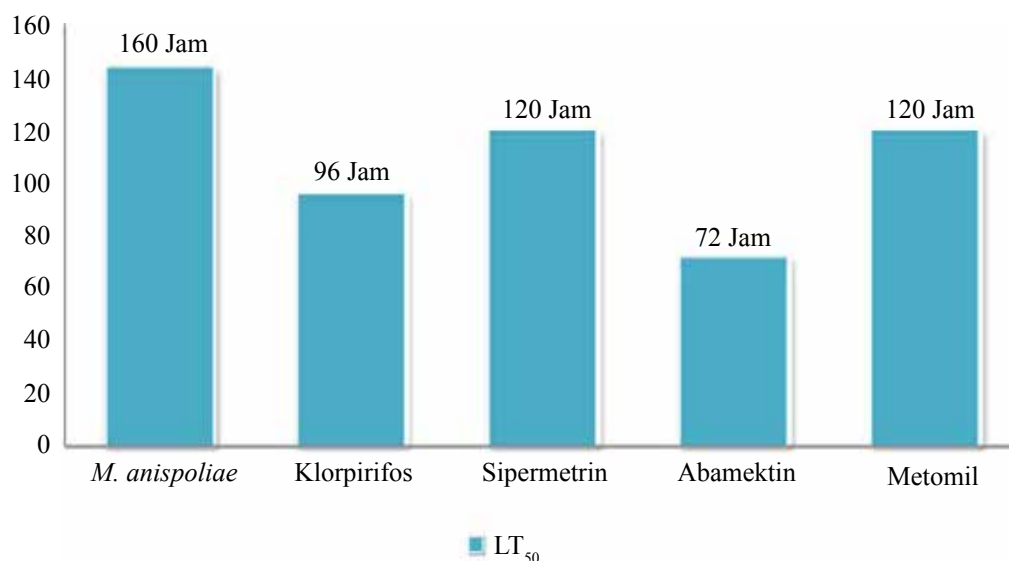
NS<1= Campuran mempunyai efek antagonistik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pengaruh perlakuan jamur *M. anisopliae* dan beberapa insektisida kimia secara tunggal terhadap persentase mortalitas Larva *S. exigua* pada 168 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 1. Pada kontrol terdapat larva *S. exigua* yang mati sehingga persentase mortalitas larva *S. exigua* harus dikoreksi menggunakan rumus Abbott (Busvine 1971)

Secara umum terlihat bahwa semakin tinggi dosis jamur entomopatogen atau insektisida kimia, semakin tinggi kematian larva *S. exigua*. Mortalitas *S. exigua* yang paling tinggi yang disebabkan oleh jamur entomopatogen dengan menggunakan dosis 2.500 ppm adalah 77,50%, sedangkan mortalitas *S. exigua* paling tinggi disebabkan insektisida kimia abamektin, klorpirifos, sipermetrin dan metomil dengan dosis 4.000 ppm berturut-turut 84,21%, 84,00%, 83,21% dan 78,95%.

Pendugaan nilai toksisitas insektisida terhadap serangga hama dihitung dengan melihat nilai LC_{50} dan nilai LT_{50} . LC_{50} ialah konsentrasi atau dosis yang dapat menyebabkan kematian 50% dari serangga hama yang diuji pada suatu waktu pengamatan tertentu (Negara 2003), sedangkan LT_{50} ialah waktu (jam) yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji. Berdasarkan hasil analisis terlihat nilai



Gambar 1. Nilai LT_{50} jamur entomopatogen *M. anisopliae* dan beberapa insektisida secara tunggal terhadap larva *S. exigua* pada 168 jam setelah perlakuan (LT_{50} values of entomopathogenic fungi, *M. anisopliae* and several insecticides singly against *S. exigua* larvae at 168 hours after exposure) Lembang, 2014

Tabel 1. Mortalitas larva *S. exigua* pada 168 jam setelah perlakuan *M. anisopliae* dan beberapa jenis insektisida kimia (*Mortality of *S. exigua* larvae at 168 hours after exposure of *M. anisopliae* and several chemical insecticides*)

Perlakuan (Treatments)	Konsentrasi (Concentration), ppm	Mortalitas larva <i>S. exigua</i> (Mortality of <i>S. exigua</i> larvae) %	Mortalitas terkoreksi (Corrected mortality), %
<i>M. anisopliae</i>	2.500	77,50	-
	2.000	72,50	-
	1.500	55,00	-
	1.000	40,00	-
	500	22,50	-
	0	00,00	-
Abamektin (<i>Abamectin</i>)	4.000	85,00	84,21
	2.000	77,50	76,32
	1.000	72,50	71,05
	500	52,50	50,00
	250	37,00	34,21
	0	5,00	-
Klorpirifos (<i>Chlorpyrifos</i>)	4.000	87,50	84,00
	2.000	85,00	83,21
	1.000	77,50	76,32
	500	62,50	60,53
	250	35,00	31,58
	0	5,00	-
Sipermetrin (<i>Cypermethrin</i>)	4.000	85,00	83,21
	2.000	77,50	76,32
	1.000	75,00	73,68
	500	47,50	44,74
	250	37,50	34,21
	0	5,00	-
Metomil (<i>Methomyl</i>)	4.000	80,00	78,95
	2.000	72,50	71,05
	1.000	52,50	50,00
	500	40,00	36,84
	250	27,50	23,68
	0	5,00	-

Tabel 2. Nilai LC_{50} jamur entomopatogen *M. anisopliae* dan beberapa insektisida secara tunggal terhadap larva *S. exigua* pada 168 jam setelah perlakuan (LC_{50} values of entomopathogenic fungi, *M. anisopliae*, and several insecticides singly against *S. exigua* larvae at 168 hours after exposure)

Perlakuan (Treatments)	Nilai LC_{50} (ppm)*(LC_{50} value), ppm
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1.189,832
Abamektin (<i>Abamectin</i>)	482,342
Klorpirifos (<i>Chlorpyrifos</i>)	533,855
Sipermetrin (<i>Cypermethrin</i>)	507,895
Metomil (<i>Metomyl</i>)	898,208

* Hasil analisis probit menurut Busvine 1971 (*Results of probit analysis according to Busvine 1971*)

LC_{50} *M. anisopliae* dan beberapa insektisida kimia terhadap larva *S. exigua* secara tunggal yang disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai LC_{50} insektisida kimia yang terendah diperoleh dari

insektisida abamektin, yaitu sebesar 482,34 ppm dan yang tertinggi diperoleh dari jamur *M. anisopliae*, yaitu 1.189, 83 ppm. Semakin kecil nilai LC_{50} bahan insektisida atau jamur entomopatogen tersebut maka bahan tersebut semakin beracun.

Tabel 3. Pengaruh efikasi berbagai konsentrasi campuran jamur entomopatogen, *M. anisopliae* dengan konsentrasi *sublethal* insektisida kimia abamektin terhadap mortalitas larva *S. exigua* (*Effect mixtures of several concentrations of entomopatogenic fungi, M. anisopliae with sublethal chemical insecticide against S. exigua larvae mortality*)

Perlakuan (Treatments)	Mortalitas larva <i>S. exigua</i> pada.....jam setelah perlakuan (JSP) (Mortality of <i>S. exigua</i> larvae on... hours after treatments)						
	24	48	72	96	120	144	168
A ₁	12,50 a	20,00 a	37,50 a	52,50 a	72,50 a	87,50 a	95,00 a
A ₂	7,50 ab	20,00 a	37,50 a	40,00 ab	52,50 b	80,00 a	87,50 a
A ₃	2,50 bc	5,00 b	22,50 b	35,00 abc	50,00 b	60,00 b	67,50 b
A ₄	2,50 bc	5,00 b	17,50 b	25,00 bc	37,50 b	52,50 bc	57,50 bc
A ₅	0,00 c	2,50 b	10,00 bc	20,00 c	37,50 b	40,00 c	47,50 c
A ₆	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 c	0,00 d	0,00 d

Angka rerata pada setiap kolom yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan (*Mean followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% DMRT*)

A₁ = 600 ppm *M. anisopliae*+250 ppm abamektin, A₂ = 300 ppm *M. anisopliae*+250 ppm abamektin, A₃ = 150 ppm *M. anisopliae*+250 ppm abamektin, A₄ = 75 ppm *M. anisopliae*+250 ppm abamektin, A₅ = 37,5 ppm *M. anisopliae*+250 ppm abamektin, A₆ = kontrol

Pada Gambar 1 terlihat bahwa nilai LT₅₀ yang tertinggi diperoleh dari perlakuan *M. anisopliae*, yaitu 144 jam setelah perlakuan, sedangkan nilai LT₅₀ insektisida kimia dengan bahan aktif sipermetrin, metomil, Klorpyripos, berturut-turut 120, 120 dan 96 jam setelah perlakuan. Di antara jenis insektisida kimia yang diaplikasi terlihat bahwa waktu kematian 50% (LT 50) hama *S. exigua* yang paling cepat adalah insektisida abamektin yaitu 72 jam setelah perlakuan.

Walaupun nilai LC₅₀ dan LC₅₀ jamur entomopatogen relatif lebih tinggi dibandingkan dengan insektisida kimia, namun dari beberapa penelitian saat ini mengatakan bahwa jamur entomopatogen banyak digunakan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan insektisida kimia (Hasyim & Azwana 2003). Untuk meningkatkan bioefikasi dan keefektifan jamur *M. anisopliae* perlu dilakukan campuran dengan insektisida abamektin dan diharapkan terjadi efek sinergis.

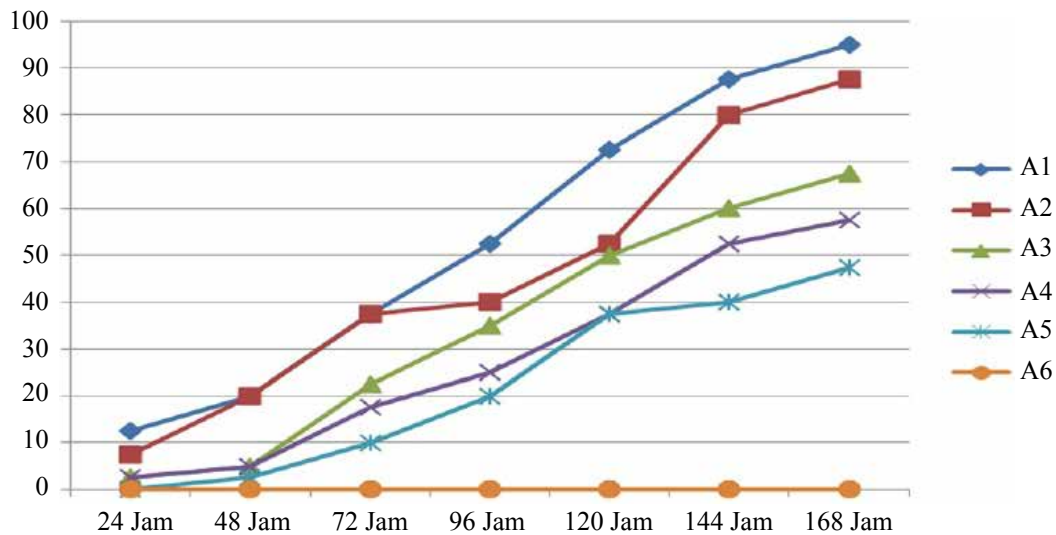
B. Persentase Mortalitas Larva *S. exigua*, LC₅₀, dan LT₅₀ dengan Perlakuan Campuran *M. anisopliae* dengan Insektisida Kimia Abamektin.

Pencampuran *M. anisopliae* dengan insektisida kimia *abamektin* dengan berbagai konsentrasi menggunakan metode pencelupan daun (*leaf dipping method*) efektif untuk membunuh larva *S. exigua*. Dari hasil analisis ragam dapat dilihat bahwa perlakuan

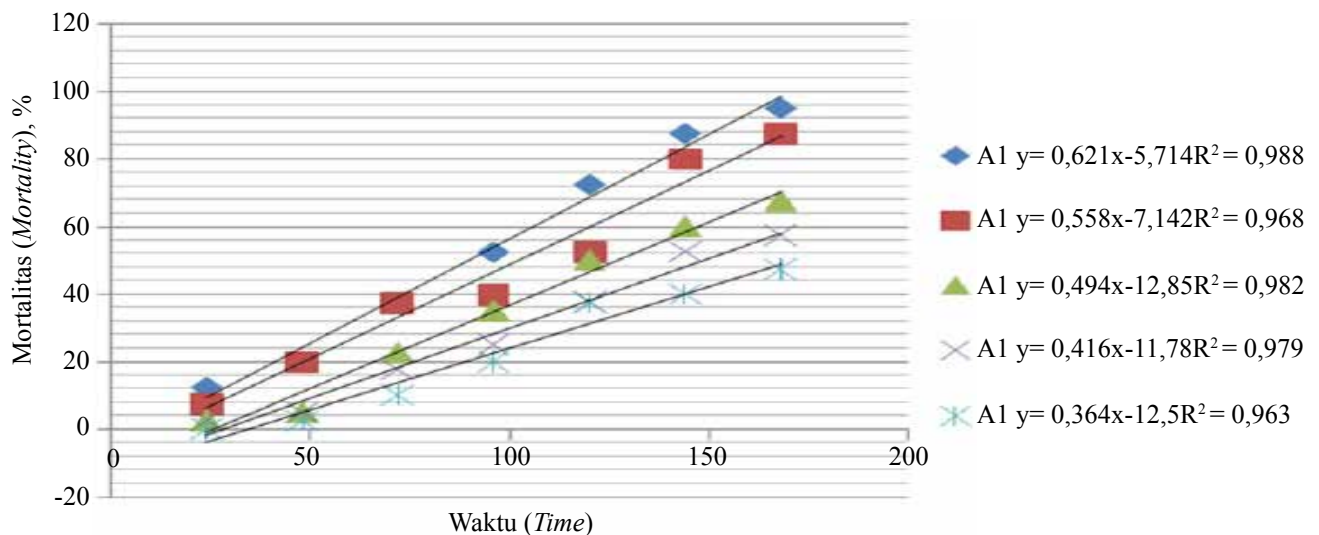
aplikasi berbagai konsentrasi campuran *M. anisopliae* dengan insektisida kimia abamektin memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. exigua*.

Pada pengamatan 24 jam setelah aplikasi pada berbagai tingkat konsentrasi campuran *M. anisopliae* dengan insektisida kimia abamektin masih memperlihatkan mortalitas yang rendah, namun setelah 48 jam aplikasi terjadi peningkatan mortalitas larva. Hal ini terus terjadi hingga pengamatan terakhir (168 JSP) (Tabel 3). Pada pengamatan 96 JSP pada perlakuan A₁ (600 ppm *M. anisopliae*+250 ppm abamektin) persentase mortalitas sudah mencapai 52,50%. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut sudah dapat mematikan 50% larva *S. exigua* yang diuji, dan lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lain.

Pada pengamatan 168 JSP, perlakuan A₅ (37.5 ppm *M. anisopliae*+250 ppm abamektin) hanya menyebabkan mortalitas larva *S. exigua* sebesar 47.5%. Pemberian campuran *M. anisopliae* dengan insektisida kimia pada konsentrasi rendah tidak banyak mematikan larva sehingga larva dapat membentuk pupa. Namun, pupa yang terbentuk tidak normal, berwarna lebih gelap dan lama-kelamaan membusuk dan tidak sempat menjadi imago. Hal ini sesuai dengan pendapat Trizelia *et al.* (2010), yaitu pupa yang tidak normal akibat infeksi jamur, mempunyai ciri-ciri warna menjadi lebih gelap, permukaannya menjadi mengerut dan jika pupa



Gambar 2. Mortalitas larva *S. exigua* pada beberapa jam setelah perlakuan beberapa konsentrasi campuran jamur entomopatogen, *M. anisopliae* dengan insektisida kimia abamektin (*Mortality of *S. exigua* larvae at several hours after exposure of several concentrations of entomopathogenic fungi and chemical insecticide abamectin*)



Gambar 3. Hubungan antara waktu kematian dengan mortalitas larva *S. exigua* dari berbagai konsentrasi campuran jamur *M. anisopliae* dengan insektisida kimia abamektin. (*The relationship between times of death with mortality percentage of *S. exigua* larvae at various concentrations of the *M. anisopliae* fungus mixed with chemical insecticides of abamectin*)

ditekan maka akan mengeluarkan cairan berwarna cokelat kehitaman atau pupa membusuk.

Persentase mortalitas larva *S. exigua* pada berbagai konsentrasi campuran *M. anisopliae* dengan insektisida kimia abamektin pada pengamatan 24 – 168 jam dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa laju peningkatan mortalitas larva *S. exigua* hingga mencapai 95% diperoleh pada saat 168 jam dan pada perlakuan A₆ (kontrol) tidak ada larva yang mati. Perbedaan tingkat persentase mortalitas larva *S. exigua* dipengaruhi oleh adanya perbedaan konsentrasi insektisida botani. Banyaknya konsentrasi campuran Jamur *M. anisopliae*

dengan insektisida botani yang dicelupkan pada pakan mengakibatkan tubuh larva tidak mampu bertahan dari serangan patogen dan insektisida abamektin. Beberapa hasil penelitian mendapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi jamur entomopatogen yang diaplikasikan, maka kematian larva *Plutella xylostella*, *Spodoptera litura*, *Lophobaris piperis*, dan *Cosmopolites sordidus* akan semakin tinggi (Freed et al. 2012, Trizelia et al. 2010, Hasyim & Azwana 2003).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kemiringan dari garis regresi pada konsentrasi 600 ppm *M. anisopliae* + 250 ppm abamektin terlihat lebih tajam (lebih vertikal) dibanding dengan konsentrasi lain (Gambar 3). Hal ini

Tabel 4. Nilai LC_{50} jamur entomopatogen *M. anisopliae* dan insektisida abamektin secara tunggal dan campuran *M. anisopliae* dengan insektisida abamektin terhadap larva *S. exigua* serta nisbah sinergistik (LC_{50} values of entomopathogenic fungi *M. anisopliae* and *M. anisopliae* mixed with chemical insecticides abamectin and their synergistic ratio)

Perlakuan (Treatments)	LC_{50} (ppm)*	Nisbah sinergistik (ppm)** (Synergistic ratio)
<i>M. anisopliae</i>	1.189,832	-
Abamektin	482,342	-
<i>M. anisopliae</i> + Abamektin	48,659	24.45

* Hasil analisis probit menurut Busvine 1971 (Results of probit analysis according to Busvine 1971).

** Perbandingan nilai LC_{50} *M. anisopliae* tunggal dengan nilai LC_{50} campuran *M. anisopliae* dengan insektisida kimia abamectin (Comparison of LC_{50} *M. anisopliae* single and *M. anisopliae* mixed with chemical insecticides abamectin)

menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi 600 ppm *M. anisopliae* +250 ppm abamektin dapat membunuh larva *S. exigua* lebih cepat sehingga menyebabkan mortalitas paling tinggi sedangkan pada konsentrasi *M. anisopliae* 37,5 ppm + 250 ppm abamektin kurang efektif.

Waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian serangga uji bervariasi tergantung pada virulensi patogen, sifat resistensi inang dan kondisi lingkungan mikro di tubuh inang (Pachamuthu & Shripatt 2000). Kemampuan membunuh 50% serangga uji pada setiap formulasi berbeda beda. Dari penelitian diketahui bahwa formulasi yang paling cepat membunuh 50% serangga uji ialah campuran 600 ppm *M. anisopliae* dengan 250 ppm abamektin dengan waktu kematian 96 jam setelah perlakuan.

Pendugaan nilai toksisitas insektisida terhadap serangga hama diukur dengan nilai LC_{50} , yaitu suatu konsentrasi atau dosis yang dapat menyebabkan kematian 50% dari serangga hama yang diuji pada suatu waktu pengamatan tertentu. Hasil penghitungan nilai LC_{50} *M. anisopliae* dan insektisida kimia abamektin secara tunggal dan campuran serta nilai nisbah sinergistik disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil analisis probit dari *M. anisopliae* dan insektisida kimia abamektin yang diuji, ternyata nilai LC_{50} *M. anisopliae* secara tunggal lebih besar dari nilai LC_{50} secara campuran. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan efikasi *M. anisopliae* terhadap larva *S. exigua* dengan nisbah sinergistik sebesar 24,45 kali lipat. Hal ini membuktikan bahwa campuran jamur *M. anisopliae* dengan insektisida kimia memberikan efek sinergistik terhadap jamur *M. anisopliae*, karena memberikan nisbah sinergistik lebih besar dari satu. Hal ini sesuai dengan rumus Hamilton & Attia (1977) yang menyatakan bahwa jika $NS > 1$ maka campuran tersebut mempunyai efek sinergistik. Sifat interaksi insektisida majemuk yang bersifat sinergistik dapat disebabkan oleh gabungan toksisitas intrinsik dari kedua bahan aktif yang setiap bahan aktif memiliki

cara kerja berbeda dan tidak saling memengaruhi. Beberapa penelitian di luar negeri menunjukkan bahwa jamur entomopatogen dapat dicampurkan dengan dosis *sublethal* insektisida dan bersifat kompatibel sehingga dapat meningkatkan mortalitas serangga, meminimalkan pencemaran lingkungan, dan meningkatkan keamanan bagi manusia (Salama et al. 1984, Hiromori & Nishigaki 1998). Selanjutnya Purwar & Sachan (2006) mengatakan bahwa kombinasi insektisida selektif dan cendawan entomopatogen lebih efektif mengendalikan hama sasaran dibandingkan dengan insektisida dan jamur entomopatogen yang diaplikasikan secara tunggal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Mortalitas larva *S. exigua* yang disebabkan oleh *M. anisopliae* dapat ditingkatkan bila dicampur dengan insektisida kimia. Waktu kematian 50% (LT_{50}) hama *S. exigua* yang paling cepat diperoleh dari perlakuan insektisida Abamektin yaitu 72 jam setelah perlakuan.

Pencampuran antara *M. anisopliae* dengan konsentrasi 600 ppm dengan insektisida berbahan aktif abamektin dengan konsentrasi 250 ppm menunjukkan efek sinergis dengan nisbah sinergistik sebesar 24.45 kali.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, TE & Roberts, DW 1983, 'Compatibility of *Beauveria bassiana* isolates with insecticide formulations used in Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) control', *J. Econ. Entomol.*, vol. 76, pp. 1437-41.
2. Anderson, TE, Hajek, AE, Roberts, D, W, Preisler, HK & Robertson, JL 1989, 'Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Effects of combinations of *Beauveria bassiana* with insecticides', *J. Econ. Entomol.*, vol 82, pp. 83-89.

3. Bruck, DJ 2005, 'Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the rhizosphere: Implications for pest management', *Biol. Control.*, vol. 32, hlm. 155-63.
4. Bruck, DJ & Donahue, KM 2007, 'Persistence of *Metarhizium anisopliae* incorporated into soilless potting media for control of the black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* in container-grown ornamentals', *J. Invertebr. Pathol.*, vol. 95, pp.146-50.
5. Busofi, JAC, Fernandes, O & Tayra, B 1989, 'Control of banana weevil borer *Cosmopolites sordidus* Germar by entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Metschn.)', *Anais da Sociedade Entomologica do Brazil*, vol. 18, pp. 33-41.
6. Busvine, JR 1971, A critical review of the techniques of testing insecticides. 2nd edition, Common Wealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, SL23 BN England, 345 pp.
7. Feng, M, Chen, GB & Ying, SH 2004, 'Trials of *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, and imidacloprid for management of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleurodidae) on greenhouse grown lettuce', *Biocontr. Sci & Technol*, vol. 14, pp 531-44.
8. Ferron, P 1978, 'Biological control of insect pests by entomogenous fungi', *Ann. Rev. Entomol.*, Vol. 23, pp 409-42.
9. Freed, S, Jin, FL, Naeem, M, Ren, SX & Hussian, M 2012, 'Toxicity of proteins secreted by entomopathogenic fungi against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)', *Int. J. Agric. Biol.*, vol. 14, pp. 291-5.
10. Hamilton, JT & Attia, FI 1977, 'Effect of mixtures of *Bacillus thuringiensis* and pesticide xylostella and the parasite *Thyraeella collaris*', *J. Econ. Entomol.*, vol. 70, no. 1, pp. 146-8.
11. Hasyim, A 2007, 'Peningkatan infektifitas jamur entomopatogen, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada berbagai bahan carrier untuk mengendalikan hama penggerek bonggol pisang *Cosmopolites sordidus* Germar di lapangan', *J. Hort.*, vol. 17, no. 4, hlm. 335-42.
12. Hasyim, A & Azwana 2003, 'Patogenisitas isolat *Beuveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang', *Cosmopolites sordidus* Germar, *J. Hort.*, vol. 13, no. 2, hlm. 120-30.
13. Hiromori, H & Nishigaki, J 1998, 'Joint action of an entomopathogenic fungus (*Metarhizium anisopliae*) with synthetic insecticides against the Scarab beetle, *Anomala cuprea* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae', *Appl. Entomol. Zool.*, vol. 33, pp. 77-84.
14. Hong, WH, Meier, PG & Deininger, RA 1988, 'Estimation of a single probit line from multiple toxicity test data', *Aquatic Toxicology*, vol. 12, pp. 193-202.
15. Kaakeh, W, Reid, BL, Bohnert, TJ & Bennet, GW 1997, 'Toxicity of imidacloprid in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae), and the synergism between imidacloprid and *Metarhizium anisopliae* (Imperfect fungi: Hyphomycetes)', *J. Econ. Entomol.*, vol. 90, pp. 473-82.
16. Keller, S, Kessler, P & Schweizer, C 2003, 'Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*', *Biocontrol*, vol. 48, pp. 307-19.
17. Loria, R, Galaini, S Roberts, DW 1983, 'Survival of inoculum of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as influenced by fungicides', *Environ. Entomol.*, vol. 12, pp. 1724-26.
18. Meyling, NV & Eilenber, J 2007, 'Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control', *Biological Control*, vol. 43, pp. 145-55.
19. Meyling, NV, Eilenberg, J 2006a, 'Isolation and characterisation of *Beauveria bassiana* isolates from phylloplanes of hedgerow vegetation', *Mycol. Res.*, vol. 110, pp. 188-95.
20. Meyling, NV Eilenberg, J 2006b, 'Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem', *Agr. Ecosyst. Environ.*, vol. 113, pp. 336-41.
21. Moekasan, TK & Basuki, RS 2007, 'Status resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. pada tanaman bawang merah asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal terhadap insektisida yang umum digunakan petani di daerah tersebut', *J. Hort.*, vol. 17, no. 4, hlm. 343-54.
22. Moorhouse, ER, Gillespie, AT, Sellers, EK & Charnley, AK 1992, 'Influence of fungicides and insecticides on the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae*, a pathogen of vine weevil', *Otiorhynchus sulcatus*. *Biocontrol. Sci. Tech*, vol. 2, pp. 49-58.
23. Moorhouse, ER, Charnely, AK Gillespie, AT 1992, 'Review of the biology and control of the vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae)', *Ann. Appl. Biol.*, vol. 121, pp. 431-54.
24. Moorhouse, ER, Easterbrook, MA, Gillespie, AT, Charnley, AK 1993a, 'Control of *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) larvae on a range of hardy ornamental nursery stock species using the entomogenous fungus', *Biocontrol Sci. Technol.*, vol.1, pp. 63-72.
25. Nankinga, CM, Ongenga-Latigo WM 1996, 'Effect of method of application on the effectiveness of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar', *African Journal of Plant Protection*, vol. 6, pp. 12-21.
26. Negara, A 2003, 'Penggunaan analisis probit untuk penggunaan tingkat kepekaan populasi *spodoptera exigua* terhadap deltametrin di Daerah Istimewa Yogyakarta', *Informatika Pertanian.*, vol. 12.
27. Pachamuthu, P & Shripatt 2000, 'In vivo study on combined toxicity of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) strain ESC-1 with sublethal doses of chlorpyrifos, propetamphos, and cyfluthrin against German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae)', *J. Econ. Entomol.*, vol. 93, no. 1, pp. 60-70.
28. Pachamuthu, P, Kamble, ST & Yuen, GY 1999, 'Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) strain ESC-1 to German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) and its compatibility with insecticides', *J. Econ. Entomol*, vol. 92, pp. 340-6.
29. Purwar, JP & Sachan, GC 2006, 'Synergistic effect of entomogenous fungi on some insecticides against Bihar hairy caterpillar *Spilarctia oblique* (Lepidoptera: Arctiidae)', *Microbiol. Res.*, vol. 161, no. 1, PD. 38-42.
30. Purwar, JP & Sachan, GC 2006, 'Synergistic effect of entomogenous fungi on some insecticides against Bihar hairy caterpillars *Spilarctia obliqua* (Lepidoptera: Arctiidae)', *Microbiol Res.*, vol. 161, no. 1, pp. 38-42.
31. Quintela, DE & McCoy, CW 1998, 'Synergistic effect of imidacloprid and two entomopathogenic fungi on the behavior and survival of larvae of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in soil', *J. Econ. Entomol.*, vol. 91, pp.110-12.

32. Salama, HS, Foda, MS, Zaki, FN & Moawad, S 1984, 'Potency of combinations of *Bacillus thuringiensis* and chemical insecticides on *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)', *J. Econ. Entomol.*, vol. 77, pp. 885--90.
33. Saleem, A, Shoaib, F, Asifa, H, Hafiza TG, Muhammad, A, Muhammad, NM, Muhammad, N & Muhammad, BK 2012, 'Compatibility of *Metarhizium anisopliae* with different insecticides and fungicides', *African Journal of Microbiology Research*, vol. 6, no. 17, pp. 3956-62.
34. Sanyang, S & Van Emden, HF 1996, 'The combined effects of the fungus *Metarhizium flavoviride* Gams and Rozsypal and the insecticide cypermethrin on *Locusta migratoria migratorioides* (Reiche and Fairmaire) in the laboratory', *Int. J. Pest. Manage*, vol. 42, pp. 183-7.
35. Serebrove VV, Khodyrev VP, Gerber ON Tsvetkova, VP 2005, 'Perspectives of combined use of entomopathogenic fungi and chemical insecticides against Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*)', *Mikologiya I Fitopatologiya*, vol. 39, no. 3, pp. 89-98.
36. Setiawati, W, Hasyim, A, Hudayya, A, Shepard, BM 2014, 'Evaluation of shade nets and nuclear polyhedrosis virus (SeNPV) to control *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on shallot in Indonesia', *AAB Bioflux 2014*, vol. 6, issue 1, pp. 88-97.
37. Shahid, AA, Rao, AQ, Bakhsh, A & Husnain, T 2012, 'Entomopathogenic fungi as biological controller: New insights into their virulence and pathogenicity', *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, vol. 64, no.1, pp. 21-42.
38. Shaw, KE, Davidson, G, Clark, S J, Ball, BV, Pell, JK, Chandler, D & Sunderland, KD 2002, 'Laboratory bioassays to assess the pathogenicity of mitosporic fungi to *Varroa destructor* (Acari: Mesostigmata), an ectoparasitic mite of the honeybee', *Apis mellifera. Biol Control*, vol. 24, pp. 266-76.
39. Supyani, Noviayanti, P & Wijayanti, R 2014, 'Insecticidal properties of *Spodoptera exigua* nuclear polihedrosis virus local isolate against *Spodoptera exigua* on shallot', *J. Entomol. Res.*, vol. 02, no. 03, pp. 175-80.
40. Tkaczuk, C, Król, A, Safaryanand, AM & Nicewicz, L 2014, 'The occurrence of entomo – pathogenic fungi in soils from field cultivated in a conventional and organic system', *Journal of Ecological Engineering*, vol. 15, no. 4, pp. 137-44.
41. Trizelia, U, Syam, & Herawaty, Y 2010, 'Virulensi Isolat *Metarhizium* sp. Yang Berasal Dari Beberapa Rizosfer Tanaman Terhadap *Crocidolomia pavonana* Fabricus (Lepidoptera: Pyralidae)', *Manggaro*, vol. 10, no.2, pp. 51-56.
42. Villani, MG, Krueger, SR & Nyrop JP 1992 'A case study of the impact of the soil environment on insect/pathogen interactions: Scarabs in turfgrass. In: use of pathogens in Scarab pest management. Jackson (Eds.): Glare T.R. & TA', Intercept, Hampshire, pp. 111-26.